DOI: 10.22092/spj.2023.360267.1278

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۸، شماره ۳، سال ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی تحمل به تنش سرما در برگ برخی از ارقام زیتون (*Olea europaea* L.)

Assessment of Cold Stress Tolerance in the Leaves of Some Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars

علی اصغر زینانلو[۱*] و هاجر تاجیک[۲]

۱- دانشیار، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج ایران.
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

چکیده

زینانلو، ع. ا. و تاجیک، ه. ۱۴۰۱. ارزیابی تحمل به تنش سرما در برگ برخی از ارقام زیتون (*Olea europaea* L.) . **مجله نهال و بذر ۳۸:** ۳۳۸-۳۲۳.

سرمای شدید یکی از مهمترین عوامل محدود کننده کشت و تولید زیتون است. در این پژوهش با هدف ارزیابی و انتخاب ارقام متحمل به سرما، ارقام گروسان، ابوسطل، کرونیکی، چوار، سیاب و کلافرج، در شرایط تیمار سرما در پنج سطح (شاهد بدون سرما، ۹-، ۱۱-، ۱۳- و ۱۵- درجه سانتی‌گراد) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌های برگ در بهمن، اسفند ۱۳۹۳و فروردین۱۳۹۴ از ایستگاه تحقیقات زیتون طارم تهیه و در آزمایشگاه پژوهشکده میوه‌های معتدله درکرج تیمارهای مورد نظر اعمال شد. تیمارهای سرمایی بر روی نمونه‌های برگ مربوط به اسفند انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل میزان نشت یونی، ضخامت برگ و محتوای نسبی آب برگ، مقدار کلسیم، پتاسیم، نیتروژن، قندکل و اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک برگ بود. نتایج نشان داد کمترین ضخامت برگ مربوط به رقم کرونیکی با میانگین ۰/۴۲ میلی‌متر بود. بیشترین مقدار قندکل در برگ گروسان (۴/۸۳ درصد) و کمترین مقدار آن در کرونیکی (۲/۲ درصد) بدست آمد. اثر متقابل رقم × تنش سرما بر تغییرات نشت یونی نشان داد که در تیمار ۹- درجه سانتی‌گراد بیشترین تغییرات نشت یونی نسبت به دمای شاهد در رقم سیاب (۵۳/۲۶ درصد) و پس از آن رقم کرونیکی (۴۸/۵۹درصد) بود. در دمای ۱۱- درجه بیشترین نشت یونی مربوط به رقم کلافرج (۷۳/۳۹ درصد) بود. تغییرات نشت یونی در بین تیمارهای تنش سرما تفاوت معنی‌دار داشت. مقدار نشت یونی با کاهش دما تا ۱۵- درجه سانتی‌گراد روند افزایشی داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد رقم ابوسطل و گروسان کمترین نشت یونی (به ترتیب ۶۰ و ۶۰/۸۶ درصد) را داشتند. میزان اسید اولئیک با میزان اسید لینولئیک همبستگی منفی و معنی دار (r = -۰/۴۹۰*) داشت. میزان محتوای نسبی آب برگ تنها با میزان پتاسیم برگ دارای همبستگی مثبت و معنی دار (r = ۰/۵۳۳*) بود. ضخامت برگ همبستگی مثبت و خیلی معنی داری با میزان اسید اولئیک (r = ۰/۸۷۸) و معنی دار با میزان اسید لینولئیک (r = ۰/۵۴۵*) داشت. ضریب همبستگی بین میزان کربوهیدارت کل با میزان اسید لینولئیک مثبت و خیلی معنی دار (r =۰/۸۰۴**) بود. با توجه به نتایج حاصله از این پژوهش ارقام ابوسطل و گروسان به عنوان ارقام متحمل به تنش سرما و ارقام کرونیکی، سیاب و کلافرج ارقام حساس به تنش سرما شناسایی شدند.**

واژه‌های کلیدی: زیتون، نشت یونی، ضخامت برگ، محتوی نسبی آب برگ، پتاسیم، اسیدهای چرب.

* نگارنده مسئول: azeinanloo@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

تنش سرما یکی از مهمترین عامل محدود کننده گسترش جغرافیایی زیتون در جهان است. تحمل به تنش سرما در میان گونه‌های مختلف درختان میوه، ارقام و نوع بافت گیاهی متفاوت است (Yu *et al*., 2017; Yu and Lee, 2020). در پاسخ به تنش‌های محیطی به ویژه سرما سازکارهای مختلف از جمله مورفولوژیکی، مولکولی و فیزیولوژیکی در گیاهان نقش دارد. شناسایی آنها می‌تواند کمک مهمی برای رویارویی با آثار مخرب تنش های محیطی باشد (Knight and Knight, 2001).

با وقوع سرمای کم سابقه در زمستان سال ۱۳۸۶ بیش از ۲۵ هزار هکتار از باغ‌های زیتون ایران دچار خسارت شدید شد. به طوری که دما در مناطق زیتون کاری قم به ۲۳- درجه سانتی گراد، اصفهان، ۱۹- درجه سانتی گراد، استان گلستان و سمنان ۱۳- درجه سانتی گراد، کرمان ۱۰- درجه سانتی گراد، طارم سفلی و علیا ۸- درجه سانتیگراد رسید (Zeinanloo *et al*., 2010). بررسی میزان خسارت سرما به ارقام زیتون در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم نشان داد ارقام گروسان (Grossane)، جلت (Jlot)، کورنیکابرا (Cornicabra)، تفاهی (Toffahi)، خدیری (Khodeiri)، دان (Dan)، دوئبلی (Doebli)، صورانی (Sorani)، زرد، ماری، لچین دسویلا (Lechin de Sevilla)، مانزانیلا دسویلا (Manzanilla de Sevilla) و پیکوال (Picual) متحمل به تنش سرما بودند (Zeinanloo, *et al*., 2010; Azimi, *et al*., 2015). اما رقم گروسان تنها رقمی بود که علاوه بر عدم وجود علایم خسارت سرما دارای عملکرد اقتصادی نیز بود. در حالیکه ارقام کایلتیر (Cailletier)، ماستوئیدس (Mastoides)، کاریدولیا (Caridolia)، کالاماتا (Kalamata) دچار خسارت زیاد شدند ولی بیشترین خسارت سرما مربوط به رقم کرونیکی (Koroneiki) و سیپرسینو (Cipressino) بود (Zeinanloo, *et al*., 2010; Azimi, *et al*., 2015).

در ایتالیا ۲۴ رقم زیتون پس از وقوع سرما از نظر مرفولوژیکی و قدرت رشد مجدد مورد ارزیابی قرارگرفتند (Lodolini, *et al*., 2016). در طول دوره سازگاری گیاه زیتون به تنش سرما، از مهمترین تغییرات بیوشیمیایی تجمع قندهای محلول و اسیدهای چرب است. میزان سیالیت غشای سلولی بستگی به دما و درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع دارد. به همین دلیل از غشا سلولی به عنوان حسگر زیستی اولیه تنش سرما نام برده می شود (Taiz and Zeiger, 2002). سرمازدگی روی غشای پلاسمایی اثر سوء می‌گذارد و باعث افزایش نشت ترکیبات شیره سلولی نظیر پتاسیم، اسیدهای آمینه، قندهای محلول و در مجموع، الکترولیت‌های مختلف می‌شود (Ryyppö *et al*., 1997).

در بسیاری از درختان میوه نشت الکترولیت با مقاومت به تش سرما همبستگی دارد (Yu, *et al*., 2017). با بررسی تغییرات هدایت الکتریکی نسبی و تحمل بهتنش یخزدگی در

برگ هشت رقم زیتون، مشخص شد مقادیر نشت یونی با افزایش سرما تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد افزایش یافت (Barranco *et al*., 2005). حساس‌ترین رقم نسبت به تنش سرما امپلتره (Empeltre) و متحمل‌ترین ارقام در برابر سرما پیکوال، آربکین (Arbequina) و کورنیکابرا بود. در پژوهشی دیگر تحمل به سرما در اندام‌ها و بافت‌های مختلف چهار رقم زیتون توسط چهار روش تجزیه حرارتی تفاضلی، درجه بندی با علائم ظاهری، نشت الکترولیت‌ها و رنگ‌آمیزی سلول‌های زنده نشان داد که روش تجزیه حرارتی تفاضلی سریع‌ترین روش و علائم ظاهری ساده‌ترین روش است. طیف وسیعی از تحمل به سرما از ۱۱/۲- تا ۱۵/۳- درجه سانتی‌گراد در زیتون گزارش شده است (Fiorino and Mancuso, 2000).

با توجه به اینکه زیتون گیاهی همیشه سبز است اگر برگ ها آسیب ببیند خسارت وارده به درخت بسیار شدید خواهد بود و ممکن است کل درخت خشک شود. بنابراین، تعیین مقاومت برگ نسبت به دمای یخ بندان بسیار مهم است. ارقام زیتون و اندام‌های مختلف دارای میزان تحمل متفاوت نسبت به سرما می‌باشند. حساس ترین اندام‌های زیتون به تنش سرما به ترتیب: جوانه های رویشی< شاخه ها < برگهای پائینی< برگهای انتهائی< ریشه های اولیه < ریشه های ثانویه. ریشه‌های ثانویه حساس‌ترین و جوانه‌های رویشی متحمل‌ترین بافت نسبت به سرما گزارش شده است (Fiorino and Mancuso, 2000; Gomez-del Campo and Garcia, 2004; Arias *et al*., 2015). در ارزیابی تحمل ده رقم زیتون نسبت به سرما، ارقام کورنیکابرا و آربکین کمترین خسارت سرمازدگی در شاخه و بیشترین قدرت رشد مجدد را داشتند. ارقام اوخی بلانکا (Hojiblanca)، امپلتر و فرانتویو (Frantoio) بیشترین حساسیت و کمترین قدرت رشد مجدد را داشتند (Gomez-del Campo and Garcia, 2004).

افزایش قند در گیاهان در فصل پاییز به عنوان یک واکنش دفاعی در برابر تنش سرما است. در طول این دوره گیاه با از دست دادن تدریجی آب، غلظت کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهد و به این ترتیب از طریق افزایش میزان قند از خسارت یخ‌زدگی جلوگیری می کند. همبستگی مثبتی ومعنی دار بین ذخیره کربوهیدرات‌ها و تحمل به تنش‌ها وجود دارد (Pedryc *et al*., 2008). موسوی و همکاران (Mousavi, *et al*., 2015) در ارزیابی تحمل ده رقم زیتون به سرما نشان دادند که غلظت کربوهیدارت محلول در گیاه ارتباط نزدیکی با مقاومت به سرما داشت.

ازمجموع نهال‌های زیتون تولیدی کشور ۱۸ درصد آن مربوط به رقم کرونیکی است (Anonymous, 2021). کرونیکی رقمی بسیار پر محصول با سال آوری کم و کیفیت روغن بالا است. به دلیل قدرت رشد کم در سامانه کشت فوق متراکم نیز استفاده می‌شود. از

صفات بارز این رقم حساسیت زیاد به سرما است. رقم ابوسطل بومی سوریه است ولی در ایران سازگاری خوبی نشان داده است. این رقم دارای عملکرد بالا با پایداری عملکرد مطلوب بوده و دارای میوهای بزرگ مناسب کنسروی و زودرس است (Zeinanloo, 2009; Zeinanloo *et al*., 2015). اخیرا تقاضا برای کشت این رقم افزایش یافته است به ویژه زودرسی آن موجب کاهش خسارت مگس زیتون می‌شود.

رقم گروسان بعد از دو مرتبه وقوع سرمای شدید در فرانسه در سال های ۱۹۲۹و ۱۹۵۶، به عنوان یکی از ارقام متحمل به سرما در این کشور گزینش شده است (Roussos *et al*., 2006). در ایران نیز پس از سرمای شدید سال ۱۳۸۶ این رقم تحمل بسیار خوبی به سرما نشان داد (Zeinanloo *et al*., 2010) ولی تاکنون اقدام موثری برای تکثیر و توسعه کشت آن انجام نشده است. در استان ایلام ۳۰ ژنوتیپ زیتون از جمله ژنوتیپ های کلافرج، چوار و سیاب (ملک‌شاهی) به صورت درخت و یا توده درختچه‌ای قدیمی در ۹ شهرستان شناسایی و گزارش شده است (Hosseinzadeh and Mohamadpoor, 2006). ژنوتیپ‌های سیاب (ملک شاهی) و نرگسه متحمل به سرما گزارش شده اند (Feridoni *et al*., 2009). از ۳۰ ژنوتیپ شناسایی شده در استان ایلام، ژنوتیپ های سیاب، چوار و کلافرج در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم کشت شده اند و مطالعات تکمیلی بر روی آنها در حال انجام است.

هدف از این پژوهش انتخاب ارقام متحمل به تنش سرما در میان ارقام و ژنوتیپ های امید بخش زیتون با اعمال تیمارهای تنش سرما بر روی برگ آنها در محیط کنترل شده بود.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی میزان تحمل به سرما در شش رقم زیتون شامل کرونیکی (شاهد حساس)، روسان (شاهد متحمل)، ابوسطل، چوار، کلافرج و سیاب، نمونه‌های برگ در ماه‌های بهمن، اسفند ۱۳۹۳و فرودین۱۳۹۴ از ایستگاه تحقیقات زیتون طارم تهیه و در آزمایشگاه پژوهشکده میوه‌های معتدله درکرج تیمارهای مورد نظر اعمال شد. تیمارهای سرمایی شامل شاهد (بدون سرما)، ۹-،۱۱-، ۱۳-، ۱۵- درجه سانتی‌گراد بر روی نمونه‌های برگ مربوط به اسفند انجام شد.

برای اندازه‌گیری نشت یونی (Electrolyte Leakage = EL) به روش بارانکو و همکاران (Barranco, *et al*., 2005) عمل شد. با استفاده از پانچ، تعداد ۱۰ قطعه به قطر ۷ میلی‌متر به طور تصادفی از نمونه برگ‌ها تهیه شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای اعمال تیمار سرما نمونه برگ‌ها در داخل تیوپ‌های جداگانه ریخته و تیوپ‌ها در داخل ظرف حاوی اتیلن گلیکول قرار داده شد تا از یخ‌زدن نمونه

جلوگیری شود.

با کاهش تدریجی دمای فریزر (۳-۲ درجه سانتی‌گراد در ساعت) پس از رسیدن به دمای تیمار مورد نظر، نمونه‌ها به مدت یک ساعت در آن دما نگهداری شدند. بعد از بیرون آوردن نمونه‌ها از فریزر، یک ساعت در دمای یخچال قرار داده شدند. سپس هشت میلی لیتر آب مقطر به هر تیوپ اضافه شد و نمونه‌ها در داخل شیکر با دمای ۲۲-۲۰ درجه با ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. مقدار نشت یونی اولیه (EL_1) نمونه‌ها قرائت شد. در مرحله بعد نمونه‌ها به مدت یک ساعت در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه قرار داده شدند تا کاملا ساختار سلول‌ها از هم گسسته شود. بعد ازآن نمونه‌ها برای مدت یک ساعت با ۲۰۰ دور در دقیقه با شیکر هم زده شدند و سپس‌نشت یونی ثانویه (EL_2) قرائت شد. مقدار درصد نشت یونی(EL%) از رابطه زیر محاسبه شد.

$(EL\%)$ درصد نشت یونی $= (EL_1/EL_2) \times 100$

برای آزمایش محتوای نسبی آب (Relative Water Content = RWC)برگ در سه مرحله (بهمن، اسفند ۱۳۹۳و فروردین ۱۳۹۴) نمونه برگ تهیه شد. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ ، ۰/۵ گرم نمونه بافت تازه برگ از هر رقم در سه تکرار استفاده شد. برگ‌ها به مدت چهار ساعت در پتری دیش‌های حاوی آب مقطر قرار داده شد تا مقدار کافی آب جذب نمایند، نمونه‌ها دوباره وزن شدند. برای تعیین تفاوت مقدار آب، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد، سپس وزن خشک آنها بدست آمد (Gonzalez. and Gonzalez-Vilar, 2003). برای محاسبه محتوای نسبی آب برگ از رابطه زیر استفاده شد.

۱۰۰ ×(وزن خشک برگ-وزن برگ آب جذب کرده) /(وزن برگ خشک- وزن برگ تازه) =درصد محتوی نسبی آب برگ

برای اندازه‌گیری نیتروژن برگ به روش هضم تر اقدام شد (Rowell, 1994). درصد نیتروژن با استفاده از رابطه زیر بدست آمد.

درصد نیتروژن $= [(t-b) \times f \times 0.0014 \times 10 \times (100/0.3)] \times 1.05$

در این رابطه: مقدار اسید سولفوریک= t، فاکتور اسید سولفوریک = f و عدد تیتر شده شاهد= b می باشند.

اندازه‌گیری پتاسیم و کلسیم به روش هضم خشک انجام شد. ابتدا برای تهیه نمونه استاندارد ۱/۹۰۷ گرم کلرور پتاسیم را در آب مقطر حل کرد تا ۱ میلی لیتر آن برابر یک میلی گرم پتاسیم باشد. ۱۰ میلی لیتر از استاندارد را به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و از این محلول برای تهیه منحنی کالیبراسیون در دامنه ۱۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد (Gupta, 2000). مقدار کلسیم و پتاسیم با استفاده از رابطه زیر بدست آمد.

درصدکلسیم = [(x ×v) / (a × m × 25)] ×1.05

در این رابطه: وزن خشک =m، حجم محلول نمونـه پیپـت شـده =a، حجـم محلـول حاصـل انحلال خاکستر=V و عدد تیتراسیون =X برگ

درصد پتاسیم = [(n × d × v) / (10000 × m)] ×1.05

عـــدد نیتراســـیون =X رگرســـیون در منحنـــی استاندارد عدد حاصل از مساحبه بعداز =a میران رقت محلول=d

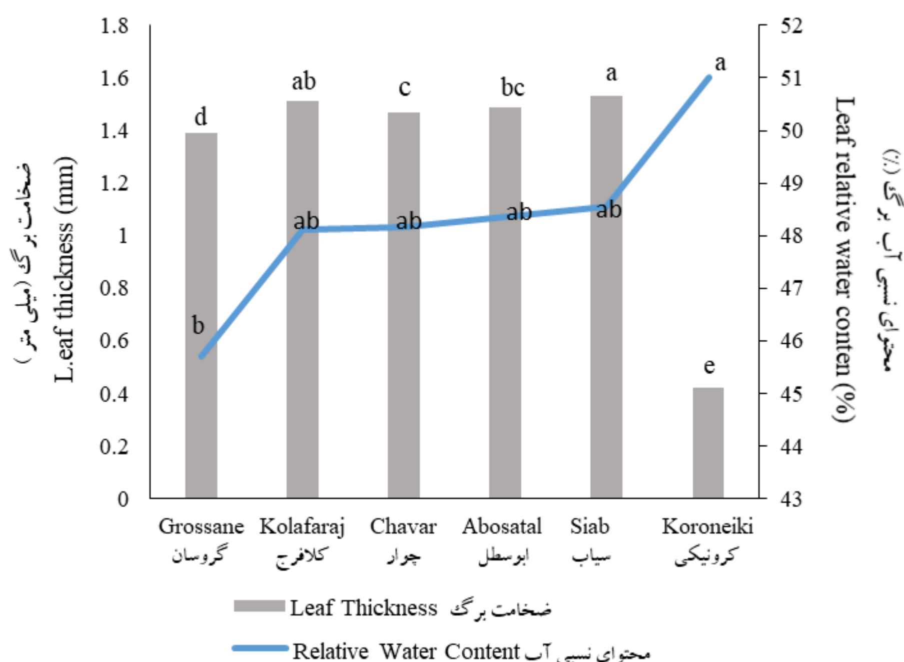
بـرای انـدازه گیـری قنـدکل ۰/۲ میلـی لیتـر از عصاره غلیظ شده با سه میلی لیترآنترون مخلـوط و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم بـا دمـای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سـرد شـدن نمونه‌ها میزان جذب نور درطول موج ۶۲۰ نـانومتر با اسپکتوفتومتر مدل Shimadzu اندازه گیری شـد (McCready *et al.*, 1950). برای سنجش مقـدار اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک بـرگ زیتـون، ابتدا از برگ‌های جمع‌آوری شده در اسفند نمونـه تهیه و در آون خشک گردید. سپس پـنج گـرم از پـودر بـرگ بـرای اسـتخراج روغـن بـا اسـتفاده از حلال هگزان و به روش سوکسله انجام شـد. بـرای انــدازه‌گیری اســیدهای چــرب از دســتگاه گــاز کرومــاتوگرافی Agilent 6890 N مجهــز بــه دتکتـور FID و گـاز حامـل نیتـروژن بـا فشـار psi ۱۲/۴۲ اســتفاده شــد. دمــای تزریــق ۲۳۰ درجــه سانتی‌گراد و دمای دتکتور ۳۲۰ درجـه سـانتی‌گراد بود (Bella *et al.*, 2007).

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری نشـت یـونی، درصـــد عناصـــر(نیتروژن ،پتاســـیم، کلســـیم)، محتوای نسبی آب برگ، ضـخامت بـرگ، قنـد کل، اسیدهای چـرب (اولئیـک و لینولئیـک) بـا استفاده از نرم افزارSAS تجزیه و تحیـل آمـاری شدند. مقایسـه میانگین‌هـا بـا اسـتفاده از آزمـون دانکــن در ســطح احتمــال یــک درصــد و پــنج درصد درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریـانس داده‌هـا نشـان داد اثـر زمـان برداشــت بــرگ بــر محتــوای نســبی آب بــرگ و ضــخامت بــرگ در ســطح احتمــال یــک درصد و اثر رقـم درسـطح احتمـال پـنج درصـد معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشـده است). اثر برهمکنش این زقـم× زمـان برداشـت برگ نیز در سطح احتمال پـنج درصـد معنـی‌دار بود.

بیشـترین محتـوای نسـبی آب بـرگ در رقـم کرونیکی با میانگین ۵۱٪ و پـایین‌ترین محتـوای نسـبی آب بـرگ در رقـم گروسـان بـا میـانگین ۴۵/۷۵٪ بدســـت آمـــد (شـــکل ۱). از جملـــه راهکارهـای مقابلـه بـا تـنش سـرما، اجتنـاب از یخ‌دگـی از طریـق کـاهش نقطـه انجمـاد شـیره سلولی است. این سازکار از طریـق کـاهش آب آزاد در سلول بدست می‌آید. هر چقدر محتوای نسبی آب برگ پایین باشد شیره سلولی غلیظ‌تـر شده، ظرفیت فوق خنک کنندگی سلول افزایش یافته و نقطه انجماد یا یخ‌زدگی پـایین‌تر می‌آیـد (Arias *et al.*, 2015).

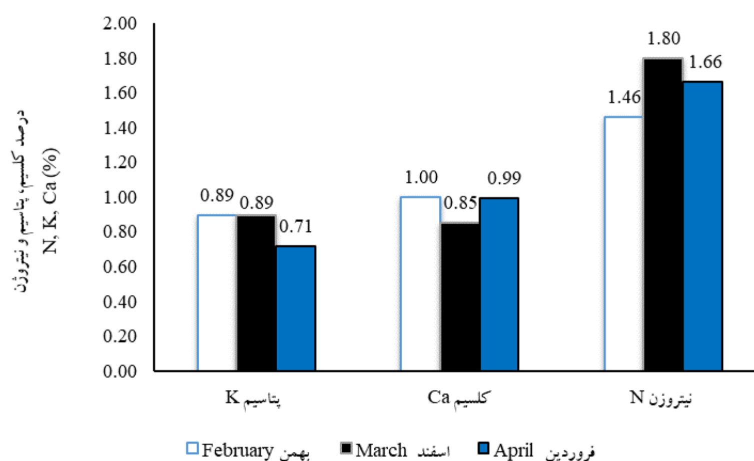


شکل ۱- مقایسه میانگین درصد محتوای نسبی آب برگ و ضخامت برگ ارقام زیتون. میانگین هایی (خط و ستون) که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 1. Mean comparison of leaf relative water content and leaf thickness of olive cultivars. Means (line and column) with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test

اثر زمان برداشت بر تغییرات ضخامت برگ نیز معنی‌دار بود، به‌طوری که در فروردین میانگین ضخامت برگ ۱/۳۲ میلی‌متر و در اسفند ۱/۲۷میلی‌متر بود. در فروردین با شروع رشد رویشی، با افزایش جذب آب توسط برگ حجم سلول‌ها افزایش می‌یابد. این امر موجب بزرگ‌تر شدن ضخامت برگ‌ها می‌شود. بالاترین ضخامت برگ در رقم سیاب با میانگین ۱/۵۲ میلی‌متر و کم‌ترین مقدار آن در رقم کرونیکی ۰/۴۱۵ میلی‌متر بود (شکل ۱). اثر زمان برداشت برگ و اثر رقم و اثر بر همکنش رقم × زمان برداشت برگ بر درصد نیتروژن و پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر زمان برداشت برگ بر درصد کلسیم برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). روند تغییراتدرصد نیتروژن در برگ قبل از شروع رشد از اوایل اسفند سیر افزایشی دارد و در اواخر بهار به حداکثر خود می‌رسد (Ebrahimzadeh *et al.*, 2012). نتایج پژوهش حاضر نشان داد درصد نیتروژن در اسفند از

میانگین بالاتری نسبت به بهمن و فروردین برخوردار بود (شکل۲). افزایش درصد نیتروژن در بهمن و اسفند باعث رقیق شدن شیره سلولی و حساس شدن گیاه به تنش سرما می‌شود. افزایش درصد نیتروژن در بافت‌ها رابطه مستقیم با کاهش تحمل به تنش سرما دارد. همچنین بین میزان نیتروژن و درصد نشت یونی رابطه مستقیم وجود دارد (Webster and Ebdon, 2005). مقایسه میانگین های نشان داد که رقم سیاب با میانگین ۲/۳۲ درصد بالاترین و رقم ابوسطل و گروسان بدون تفاوت معنی‌دار دارای کمترین مقدار نیتروژن بودند (جدول ۱).



شکل۲- میانگین درصد نیتروژن، کلسیم و پتاسیم در زمان های مختلف تهیه نمونه برگ

Fig.2. Mean comparison of nitrogen (N), calcium and potassium (K) contents in different leaf sampling times

جدول۱- مقایسه میانگین برای درصد نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، اسیدهای اولئیک و لینولئیک در برگ ارقام زیتون

Table1. Mean Comparison for nitrogen, potassium, calcium, oleic and linoleic acids contents in leaves of olive cultivars

Cultivar	رقم	درصد نیتروژن Nitrogen (%)	درصد پتاسیم Potassium (%)	درصد کلسیم Calcium (%)	کربوهیدرات کل Total Carbohydrate (%)	درصد اسید اولئیک Oleic acid (%)	درصد اسید لینولئیک Linoleic acid (%)
Abusatl	ابوسطل	1.17e	0.97a	0.87bc	4.4bc	21d	15.1b
Grossane	گروسان	1.21e	0.74d	1.02a	4.83a	25b	15.7ab
Chavar	چوار	1.37d	0.96a	0.75c	4.16c	23c	16.3a
Kolafaraj	کلا فرج	1.73c	0.80c	1.03a	3.13d	26a	14.1c
Koroneiki	کرونیکی	2.03b	0.67e	1.08a	2.20e	18e	14.0c
Siab	سیاب	2.32a	0.87b	0.95ab	4.60b	24bc	16.2a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

یکی از توانائی‌های زیتون برای تحمل تنش سرما، تغییر در میزان کلسیم سیتوسولی در پرتوپلاست برگ‌ها است (D'Angelo and Altamura, 2007). تغییرات میزان کلسیم برگ نشانگر افزایش آن از ابتدای فصل رشد بوده و در تابستان به حداکثر می‌رسد (Ebrahimzadeh *et al.*, 2012). میانگین میزان کلسیم برگ در بهمن، اسفند و فروردین به ترتیب ۱، ۰/۸۵ و ۰/۹۹ درصد بود. در بهمن و فروردین میزان کلسیم از میانگین بالاتری نسبت به اسفند برخوردار بود (شکل۲).

مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم کرونیکی با میانگین ۱/۰۸ درصد بالاترین و رقم چوار با میانگین۰/۷۵ درصد پایین‌ترین درصد کلسیم را داشتند (جدول۱). رقم گروسان وکلافرج دارای درصد کلسیم یکسان و بدون تفاوت معنی‌دار با کرونیکی بودند. عنصر کلسیم نقش سازنده‌ای در پایداری دیواره سلولی و پایداری غشای سلولی و تنظیم فشار اسمزی دارد و از صدمات ناشی از سرمازدگی جلوگیری می کند. زمانی که بافت گیاه در معرض دمای پایین قرار می گیرد در اثر تغییرات در غشای سلولی، کلسیم به سیتوپلاسم نفوذ می کند و تحمل گیاه به تنش سرما را افزایش می دهد (Stushnoff *et al.*, 1997).

مقایسه میانگین ها نشان داد که درصد پتاسیم برگ در بهمن واسفند نسبت به فروردین بیشتر بود (شکل ۲). در همه ارقام مقدار پتاسیم از بهمن تا فروردین ماه سیر کاهشی داشت (شکل۲). درصد پتاسیم در برگ در ابتدای دوره رشد سیر افزایشی دارد ولی بتدریج از مقدار آن کاسته می‌شود، و این به دلیل رقابت در جذب پتاسیم بین میوه و برگ است (Ebrahimzadeh *et al.*, 2012). مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم ابوسطل با میانگین۰/۹۷ درصد بالاترین و رقم کرونیکی با میانگین۰/۶۷درصد پایین‌ترین میزان پتاسیم در برگ را داشتند (جدول۱). توانایی پتاسیم در پیوستن به آب در زمان تشکیل کریستال‌های یخ یک سازکار برای افزایش تحمل به تنش سرما است. سطوح هیدراسیون بافت با افزایش میزان پتاسیم کاهش می‌یابد و باعث تحمل دمای پایین در گیاه می‌شود (Webster and Ebdon, 2005).

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تفاوت میزان قند کل در برگ ارقام زیتون در سطح ۱ احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول تجزیه وارانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان قند کل در برگ رقم گروسان با میانگین ۴/۸۳ درصد بیشترین و در برگ رقم کرونیکی با میانگین ۲/۲ درصد کمترین قند کل دارا بودند (جدول۱). یکی از دلایل حساسیت رقم کرونیکی به تنش سرما را می‌توان به پایین بودن میزان پتاسیم و قند کل و بالا بودن میزان نیتروژن در برگ آن نسبت داد. افزایش تحمل به تنش سرما با میزان کربوهیدرات‌های محلول در ارتباط است. قندهایی مثل ساکاروز، سوربیتول و رافینوز اولین زیر واحدهای محافظت کننده گیاه در مواجهه با تنش سرما می‌باشند (Pedryc, *et al*, 2008).

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تفاوت

درصد اسید اولئیک (C18:1) و اسید لینولئیک (C18:2) در برگ ارقام زیتون در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود(جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان اسید اولئیک در برگ رقم کلافرج با میانگین ۲۶ درصد بیشترین و در برگ رقم کرونیکی با میانگین ۱۸درصد کمترین بود (جدول ۱). اما میزان اسید لینولئیک در برگ رقم چوار و سیبا به ترتیب با میانگین ۱۶/۲ درصد و ۱۶/۳ درصد بیشترین و در برگ رقم کرونیکی و کلافرج به ترتیب با میانگین۱۴ درصد و ۱۴/۱ درصد کمترین بود (جدول ۱).

عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی و رقم بر ترکیب و میزان اسیدهای چرب در برگ درختان زیتون تاثیرگذار است. بین دمای محیط و ترکیب برخی اسیدهای چرب ارتباط نزدیکی وجود دارد. دمای زیاد موجب افزایش اسید لینولئیک می شود، اما میزان اسید اولئیک را کاهش می‌دهد (Zeinanloo *et al*., 2015). در بررسی پروفایل اسیدهای چرب برگ چهار رقم زیتون در تونس، مقدار اسید اولئیک و لینولئیک در رقم شملالی (Chemlali) به ترتیب ۲۶/۳ و ۱۴/۴ درصد و در رقم شتوئی (Chetoui) به ترتیب ۲۵/۰۷ و ۱۶/۵ درصد گزارش شده است، و مهم‌ترین اسید چرب برگ اسید لینولنیک(C18:3) با ۴۲-۳۰ درصد بود (Bahloula, *et al*., 2014).

نشت یونی به عنوان شاخص فیزیولوژیکی مهم در گزینش ارقام متحمل به تنش سرما در گیاهان شناخته می شود. میانگین ها نشان داد که رقم کلافرج با میانگین ۶۸/۲۶ درصد بیشترین و رقم ابوسطل با میانگین ۶۰ درصد کمترین میزان نشت یونی را نسبت به سایر ارقام داشتند، هرچند بین گروسان و ابوسطل تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که با کاهش دما و افزایش حساسیت گیاه به سرما میزان نشت یونی بیشتر شد و بین تیمارهای تنش سرما تفاوت معنی‌دار وجود داشت. کمترین میزان نشت یونی در تیمار شاهد با میانگین ۳۶/۴۸ درصد و بیشترین میزان نشت یونی در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد با میانگین ۹۲/۸۲ درصد مشاهده شد (جدول۲).

مقایسه میانگین ها نشان داد که اثر متقابل تیمار سرما × رقم نشان داد درصد نشت یونی در تیمار شاهد، رقم کلافرج دارای بیشترین میانگین نشت یونی۴۱/۸ درصد و رقم گروسان با میانگین۳۱ درصد کمترین میزان نشت یونی را داشتند (جدول۲). در تیمار سرمای ۹- درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد نشت یونی در رقم سیاب با میانگین ۵۳/۲ درصد بود و ارقام گروسان و ابوسطل، بدون تفاوت معنی‌دار، کمترین میزان نشت یونی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). رقم کرونیکی و رقم کلافرج نشت یونی یکسانی داشتند. در این تیمار سرمایی بیشترین میزان نشت یونی نسبت به شاهد در رقم سیاب با افزایش ۳۳/۹۹ درصد بود. افزایش میزان نشت یونی در ارقام حساس زیتون شدیدتر و به صورت ناگهانی رخ می دهد (Barranco *et al*., 2005).

جدول۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تنش سرما × رقم بر درصد نشت یونی

Table 2. Mean comparison of cold stress treatment × cultivar interaction effect on ion leakage percentage

		Cold treatment تیمار سرما				
Cultivar	رقم	شاهد Control	-9 °C	-11°C	-13°C	-15°C
Abusatl	ابوسطل	33.16bc	33.87c	59.20ab	79.72a	94.06
Grossane	گروسان	31.05c	32.92c	71.18ab	76.33a	92.85
Chavar	چوار	34.79abc	40.91cb	60.75ab	79.72a	95.03
Kolafaraj	کلافرج	41.86a	49.98ab	73.39a	82.68a	93.39
Koroneiki	کرونیکی	38.24abc	48.59ab	55.51b	74.45a	90.74
Siab	سیاب	39.75ab	53.26a	61.26ab	76.28a	90.86
Mean	میانگین	36.48e	43.25d	63.55c	78.2b	92.82

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

در تیمار سرمای ۱۳- درجه سانتی‌گراد بین ارقام زیتون برای میزان نشت یونی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). رقم کلافرج با میانگین ۸۲/۶ درصد بیشترین و رقم کرونیکی با میانگین ۷۴/۴ درصدکمترین درصد نشت یونی داشتند. این بیانگر شکسته شدن تحمل ارقام زیتون در برابر سرمای ۱۳- درجه سانتی‌گراد بود. در تیمار سرمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد نیز بین ارقام زیتون برای درصد نشت یونی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. اما مقدار آن نسبت به تیمار سرمای ۱۳- درجه سانتی‌گراد افزایش قابل توجهی نشان داد (جدول ۲). در تیمار سرمای ۱۵- درجه سانتیگراد، رقم کرونیکی با میانگین ۹۰/۷۴ درصد کمترین و رقم چوار با میانگین ۹۵/۰۳ درصد بیشترین نشت یونی را داشتند (جدول۲). برانکو و همکاران (Barranco *et al.*, 2005) با ارزیابی تحمل به یخ‌زدگی هشت رقم زیتون، با اعمال تیمار سرما تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد، نشان دادند که مقدار نشت یونی با کاهش دما افزایش یافت. کمترین میزان خسارت سرما در رقم کرونیکابرا در ۱۳/۳- درجه سانتی‌گراد بود. حساس‌ترین رقم نسبت به سرما، رقم امپلتره با آسیب پذیری ۱۰۰ درصد در دمای ۹/۵- درجه سانتی‌گراد بود.

بررسی روند کلی اثر تیمار سرمایی نشان داد با کاهش دما از شرایط دمای تیمار شاهد به دمای ۹- درجه سانتی‌گراد در دو رقم ابوسطل و گروسان تغییرات روند نشت یونی بسیار کم بود (به ترتیب شش و هشت درصد) و تنها در دو رقم کرونیکی وسیاب افزایش نشت یونی (به ترتیب ۲۷/۱۷ درصد و ۳۹/۹۷ درصد) نسبت به شاهد معنی‌دار بود (جدول۲). اما با کاهش دما به پایین تر از ۹- درجه سانتی‌گراد روند نشت یونی زیاد شد و بیشترین میزان آن در دمای ۱۵- درجه سانتی گراد رخ داد. در این تیمار سرما میزان نشت یونی به بیش از ۹۰ درصد

رسید (جدول ۲).

این واکنش ها بیانگر عدم تحمل درختان زیتون در این دمای پایین بود. با توجه به نتایج فوق می‌توان ارقام ابوسطل و گروسان را ارقام متحمل و کرونیکی، سیاب و کلافرج را ارقام حساس محسوب کرد. آریاس و همکاران (Arias *et al.*, 2015) بیان کردند که نقطه انجماد مایع برون سلولی در زیتون ۶/۳- تا ۸- درجه سانتی‌گراد است، در این خصوص تفاوتی بین ارقام زیتون وجود ندارد. دمای آستانه برای LT_{50} برای برگ‌های زیتون ۱۲- درجه سانتی‌گراد و برای جوانه‌ها ۸- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Larcher, 2000). بنابراین، حساسیت و یا تحمل به تنش سرما در ارقام زیتون به خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه در شرایط تنش بستگی دارد.

میزان اسید اولئیک با میزان اسید لینولئیک همبستگی منفی و معنی دار داشتند ($r = -0/490^{*}$) داشتند. این همبستگی منفی بین دو اسید چرب در روغن میوه زیتون نیز گزارش شده است (Zeinanloo *et al.*, 2015). محتوای نسبی آب برگ تنها با میزان پتاسیم برگ دارای همبستگی مثبت و معنی دار ($r = 0/533^{*}$) بود. ضخامت برگ همبستگی متبت و خیلی معنی داری با میزان اسید اولئیک($r = 0/878^{**}$) و با میزان اسید لینولئیک ($r = 0/454^{**}$) داشت. همبستگی بین میزان کربوهیدارت کل با میزان اسید لینولئیک مثبت و خیلی معنی دار ($r = 0/804^{**}$) بود (جدول۳).

جدول۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ارقام زیتون

Table 3. Correlation coefficients between different traits of olive cultivars

Traits صفات	محتوای آب نسبی RWC	ضخامت برگ LT	نیتروژن N	پتاسیم K	کلسیم Ca	اسید اولئیک OA	اسید لینولئیک LA	کربوهیدرات کل TC
Relative water content (RWC)	1							
Leaf thickness (LT)	0.258	1						
Nitrogen (N)	0.242	-0.327	1					
Potassium (K)	0.533*	0.389	-0.132	1				
Calcium (Ca)	0.175	0.307	0.218	-0.498*	1			
Oleic acid (OA)	0.211	0.878**	-0.082	0.131	0.137	1		
Linoleic acid (LA)	0.232	0.545*	-0.178	0.380	0.349	-0.490*	1	
Total carbohydrate (TC)	0.350	0.750**	-0.407	0.306	0.253	0.568*	0.804**	1

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels.

با توجه نتایج حاصله از این پژوهش، نقش رقم در میزان تحمل به سرما به دلیل داشتن صفات متمایز از جمله محتوای آب نسبی برگ، ضخامت برگ، پروفایل اسیدهای چرب برگ، میزان نیتروژن، کلسیم وپتاسیم برگ و میزان اندوخته کربوهیدرات کل کاملا موثر می‌باشد.

نتایج نشان داد ارقام ابوسطل و گروسان به تنش سرما متحمل و ارقام کرونیکی، سیاب و کلافرج حساس بودند.

سپاسگزاری

این مقاله از داده های پروژه پژوهشی شماره ۹۱۲۵۶-۰۳-۰۳-۰ مصوب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی تهیه و نگاشته شده است. نگارندگان بدین وسیله از آقایان مهندس عزیز عبدالهی، مهندس کریم مصطفوی و مهندس مهیار طاووسی که در اجرای این پژوهش همکاری داشتند، سپاسگزاری می کنند.

References

Anonymous. 2021. Deputy for Horticulture. Ministry of Agriculture-Jihad. Available on: https://horticulture.maj.ir/page-horticulture/FA/6/form/Cl21107/.

Arias, N. S., Bucci, S. J., Fabián, G., and Goldstein, G. 2015. Freezing avoidance by super cooling in *Olea europaea* cultivars: The role of apoplastic water, solute content and cell wall rigidity. Plant, Cell and Environment 38: 2061-2070.

Azimi, M., Mostafavi, K., and Esmaeili, M. 2015. Evaluation of cold tolerance in some olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Tarom. Seed and Plant 31 (4): 613-628.

Bahloula, N., Kechaoua, N., and Mihoub, N. B. 2014. Comparative investigation of minerals, chlorophylls contents, fatty acid composition and thermal profiles of olive leaves (*Olea europaea* L.) as by-product. Grasas Aceites 65 (3): e035. doi: http://dx.doi.org/10.3989/gya.0102141.

Barranco, D., Natividad, R., and Gomez-del Campo, M. 2005. Frost tolerance of eight olive cultivars. HortScience 40 (3): 558-560.

Bella, G. D., Maisano, R., Pera, L.L., Turco, V. L., Salvo, F., and Dugo, G. 2007. Statistical characterization of Sicilian olive oils from the Peloritana and Maghrebian zones according to the fatty acid profile. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 6568-6574.

D'Angelo, S., and Altamura, M. M. 2007. Osmotin induces cold protection in olive trees by affecting programmed cell death and cytoskeleton organization. Planta 225: 1147-1163.

Ebrahimzadeh, H., Zeinanloo, A. A., Peivandi, M., Seyied Nejad, S. M., and Motamed, M. 2012. Iranian olive from a research point of view. Published by Tak Rang. Tehran, Iran. 514 pp. (in Persian).

Feridoni, H., Khademi, G., Tameskani, A.A., Zeinanloo, A. A., and Baqeri, M.

2009. Evaluation of cold damage and selection of olive cultivars and genotypes tolerant to cold in Golestan province. Pp. 123-124. In: Proceedings of 6th Iranian Horticulture Science Congress. Rasht, Iran. (Abstract).

Fiorino, P., and Mancuso, S. 2000. Differential thermal analysis, super cooling and cell viability in organs of *Olea europaea* at subzero temperatures. HortScience 14: 23-27.

Gomez del Campo, M., and Garcia, A. 2004. Evaluation of tolerance to frost of ten varieties of olive. Agricultura, Revista Agropecuaria 869: 958-962.

Gonzalez, L., and Gonzalez-Vilar, M. 2003. Determination of relative water content. Pp. 207-212. In: Manuel, J., and Goger, R. (eds.) Handbook of Plant Ecophysiology Techniques. Kluwer Academic Publishers, London.

Gupta, P. K. 2000. Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis. Agro Bios. New Dehli, India. 350 pp.

Hosseinzadeh, J., and Mohamadpoo, M. 2006. Investigation of natural olive stands in Illam province –Iran. Pp. 31-36. In: Caruso, T., Motisi, A., and Sebastiani, L. (eds.) Biotechnology and Quality of Olive Tree Products Around the Mediterranean Basin.

Knight, H., and Knight, M. R. 2001. Abiotic stress signaling pathways: specificity and cross-talk. Trends in Plant Science 6: 262–267.

Larcher, W. 2000. Temperature stress and survival ability of Mediterranean plants. Plant Biosystems 134: 279-295.

Lodolini, E. M., Alfei, B., Santinelli, A., Cioccolanti, T., Polverigiani, S., and Neri, D. 2016. Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative sprouting as indication of recovery ability. Scientia Horticulturae 211: 152-157.

McCready, R. M., Guggolz, J., Silivera, V., and Owens, H. S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Journal of Analytical Chemistry 22: 1156-1158.

Mousavi, S., Arzani, K., Hosseini-Mazinani, M., and Yadollahi A. 2015. Responses of commercial olive cultivars (*Olea europaea* L.) to cold stress using electrolyte leakage method and measuring total soluble carbohydrate. Journal of Crop Production and Processing 5 (16): 85-95 (in Persian).

Pedryc, A., Herman, R., Szabo, T., Szabo, Z., and Nyeki, J. 2008. Determination of the cold tolerance of sour cherry cultivars with frost treatments in climatic chamber. International Journal of Horticultural Science 14 (1-2): 49-54.

Roussos, S., C. Rohard, C. Augur, Perraud-Gaine, I. Macarie, H., and La Verge, S.

2006. The olive industry in France. Pp. 141–150. In: Caruso, T. Motisi, A. and Sebastiani, L. (eds.) Recent Advances in Olive Industry.

Rowell, D. L. 1994. Soil Sciences: Methods and application. Springer. 607 pp.

Ryyppö, A. M., Sutinen, S., Kivimäenpää, M., and Vapaavuori, E. 1997. Frost damage and recovery of Scots pine seedlings at the end of the growing season. Canadian Journal of Forest Research 27 (9): 1376-1382.

Stushnoff, C., Seufferheld, M. J., and Creegan, T. 1997. Oligosaccharides as endogenous cryoprotectants in woody plants. Pp. 301–309. In: Li, P. H., and Chen, T. H. H. (eds.) Plant Cold Hardiness. 368 pp.

Taiz, L., and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. 3rd Edition. Published by Sinauer Associates. Sunderland. UK. 690 pp.

Webster, D. E., and Ebdon, J. S. 2005. Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial ryegrass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. HortScience 40 (3):842-849.

Yu, D. J., Hwang, J. Y., Chung, S. W., Oh, H. D., Yun, S. K., and Lee, H. J. 2017. Changes in cold hardiness and carbohydrate content in peach (*Prunus persica*) trunk bark and wood tissues during cold acclimation and deacclimation. Scientia Horticulture 219: 45-52.

Yu, D. J., and Lee, H. J. 2020. Evaluation of freezing injury in temperate fruit trees. Horticulture, Environment and Biotechnology 61: 787-794.

Zeinanloo, A.A. 2009. Olive Cultivars for Oil and Table Olive. Saiegostar Press. Iran. 87 pp. (in Persian).

Zeinanloo, A. A., Golmohamadi, M., Azimi, M., Naeini, M. R., Feridoni, H., and Asgari, H. 2010. Investigation on frost damage and selection of tolerance olive cultivars. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. Working paper. 65 pp. (in Persian).

Zeinanloo, A. A., Arji. E., Taslimpor, M., Ramazani, M., Azimi, M., and Fereidoni, H. 2015. Effect of cultivar and climatic conditions on olive (*Olea europaea* L.) oil fatty acid composition. Iranian Journal of Horticultural Science 26 (2): 232-242.

Assessment of Cold Stress Tolerance in the Leaves of Some Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars

A. Zeinanloo[1*] and H. Tajik[2]

1. Associate Professor, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
2. Former M. Sc. Student, Horticultural Department, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Zeinanloo, A. A., and Tajik, H. 2022. Assessment of cold stress tolerance in the leaves of some olive (*Olea europaea* L.) cultivars. **Seed and Plant Journal 38:** 323-338 (in Persian).

Severe cold is one of the most important limiting factors for olive production. This research aimed to evaluating and selecting cold-tolerant olive cultivars. Therfore, six olive cultivars including; Grossane, Abusatl, Koroneiki, Chavar, Siab and Kolafaraj were evaluated under five cold treatments (Control, -9°C, -11°C, -13°C and -15°C). Electrolyte leakage, leaf thickness and relative water, nitrogen, calcium, potassium, total carbohydrate, oleic and linoleic acids contents of the leaves of olive cultivars were measured. The results indicated that the lowest leaf thickness related to cv. Koroneiki with average of 0.42 mm. The highest total carbohydrate was in the leaves of Grossane (4.83%) and the lowest in Koroneiki (2.20%). The cultivar × cold treatment interaction effect showed that in the -9°C, the highest changes in electrolyte leakage, as compared to the control temperature, was in cv. Siab (53.26%) and Koroneiki (48.59%). At the -11°C, the highest electrolyte leakage related to Kolafaraj (73.39%). There was significant difference between cold treatments for electrolyte leakage. As the temperature decreased to -15°C, electrolyte leakage increased. Mean comparison showed that cv. Abusatl (60.0%) and Grossane (60.86%) had the lowest electrolyte leakage. Correlation coefficient between oleic acid and linoleic acid contents was negative and significant (r = -0.490*). Relative water content had positive and significant correlation coffeieceint (r = 0.533*) with leaf potassium content. Leaf thickness had positive and highly significant correlation with oleic acid (r = 0.878**), and significan with linoleic acid (r = 0.545*). Correlation coefficient between total carbohydrate and linoleic acid was positive and significant (r = 0.804**). Based on the results of this research cv. Abusatl and Grossane were cold tolerant, and cv. Koroneiki, cv. Siab and cv. Kolafaraj were cold sensitive.

Keywords: Olive, electrolyte leakage, leaf thickness, leaf relative water content, potassium content, fatty acids.

*__Corresponding author:__ azeinanloo@yahoo.com **Tel.:** +982636702541

Received: 15 June 2022
Accepted: 10 September 2022